

КАРАГАНДИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
ДЛЯ PhD ДОКТОРАНТУРЫ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРОГРАММЕ  
8D07203 «МЕТАЛЛУРГИЯ»**

Караганда 2021

Вступительный экзамен в докторантуру состоит из написания эссе, сдачи теста на готовность к обучению в докторантуре и экзамена по профилю образовательной программы.

Продолжительность вступительного экзамена - 4 часа, в течение которых поступающий пишет эссе, проходит тест на готовность к обучению в докторантуре, отвечает на электронный экзаменационный билет, состоящий из 3 вопросов.

Экзамен по профилю образовательной программы включает 3 вопроса, из которых: 1-й вопрос определяет уровень и системность теоретических знаний; 2-ой вопрос выявляет степень сформированности функциональных компетенций; 3-й вопрос направлен на определение системных компетенций. Максимальное количество баллов - 50.

При подготовке к экзамену рекомендуется использовать литературу, приведенную в списке, а также современную периодическую научно-техническую литературу.

## **ТЕМАТИКА ЭССЕ**

**Эссе** представляет собой аргументированное письменное изложение авторской позиции по поставленной проблеме на основе самостоятельно проведенного анализа с использованием концепций и аналитического инструментария научного знания.

Цель – определить уровень аналитических и творческих способностей, выраженных в умении выстраивать собственную аргументацию на основе теоретических знаний, социального и личного опыта.

Эссе не должно содержать графические объекты, символы и формулы. Рекомендуемое количество слов в эссе – 250-300.

**Тематика эссе:** металлургия в целом и отрасли металлургии с позиции настоящего и будущего развития; роль и место металлургии в экономике государства; задачи металлурга-исследователя, металлурга-педагога; современные взгляд на экологию и ресурсосбережение в металлургии.

### **Пример тем эссе:**

Металлургия цветных металлов: взгляд в будущее.

Роль и место металлургии в экономике Казахстана.

Роль ученого-металлурга.

Проблемы техногенных отходов в металлургии.

Производство жаропрочных материалов: настоящее и будущее.

Вопросы для экзамена по профилю образовательной программы должны дать оценку профессионального уровня экзаменуемого для его поступления в докторантуру и, в целом, определить компетенции, необходимые для обучения по научно-педагогическому профилю.

## **ТЕМАТИКА КУРСОВ, ВЫНЕСЕННЫХ НА ВСТУПИТЕЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН**

### **1. «Современные технологии и оборудование в металлургии»**

Металлургические производства, разработка комплекса оборудования для современных компактных металлургических производств на основе совмещенных литейно-прокатных агрегатов для получения сортового проката широкого ассортимента с высокими потребительскими свойствами. Технологические процессы в металлургии; внедрения новых методов в производство, инновационное развитие в металлургии.

#### **Литература:**

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 768 с.
2. Большина Е.П. Экология металлургического производства. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
3. Набойченко С.С., Агеев Н.Г., Дорошкевич А.П. и др. Процессы и аппараты цветной металлургии. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. – 700 с.
4. Косырев К.Л., Симонян Л.М. Экологически чистая металлургия. Ресурсосбережения и экология в металлургии: учебное пособие для студ. вузов. - М.: МИСИС, 2005. – 95 с.
5. Сотников А.И., Грачев С.В., Ляшков В.Б., Набойченко С.С., Фурман Е.Л. Металлургия. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2001. – 398 с.
6. Газалиев А.М., Егоров В.В., Исин Д.К. Общая металлургия: Учебник. – Алматы: Білім, 2010. – 775 с.
7. Досмухамедов Н.К., Даулетбаков Т.С., Егизеков М.Г., Меркулова В.П., Панфилов В.П. Медное производство Казахстана. - Алматы: Изд-во «DPS», 2010. - 472 с.
8. Дигонский С.В. Теоретические основы и технология восстановительной плавки металлов из неокискованного сырья. - М.: Наука, 2007. - 235 с.
9. Семенов Б.И., Куштаров К.М. Производство изделий из металла в твердожидком состоянии. Новые промышленные технологии. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 310 с.
10. Никифоров В. М. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М.: Политехника, 2006. - 185 с.

## **2. «Теория металлургических процессов»**

Основные металлургические процессы. Физико-химические основы металлургических процессов. Термодинамика и закономерности взаимодействия газов и сложных газовых атмосфер. Химическая прочность структур, соединений, дефектность кристаллических структур. Механизм и кинетика окисления твердых металлов. Основные теоретические положения о механизме восстановления металлов и твердых оксидов. Взаимодействие сульфидов с газами, металлами и оксидами. Науглероживание железа оксидом углерода. Строение и свойства металлургических расплавов. Термодинамика шлаковых систем. Взаимодействие растворенных элементов на основе железа. Термодинамические закономерности реакции окисления углерода в кислородсодержащем железе. Кинетика высокотемпературных гетерогенных металлургических реакций. Кинетические закономерности реакции обезуглероживания. Укрупнение и скорость разделения фаз.

### **Литература:**

1. Тлеугабулов, С.М. Физико-химические основы металлургии: Учебное пособие для магистрантов металлургической специальности, и также для аспирантов и научных работников/ С.М. Тлеугабулов, А.К. Торговец, Г.М. Койшина; М-во образования и науки РК. - Алматы: Ғылым, 2010.

2. Исагулов А.З. Физико-химические аспекты теории металлургических процессов: монография/ А.З. Исагулов, С.Ш. Кажикенова, С.Г. Шалтаков; М-во образования и науки РК, КарГТУ. – 2010

3. Жуховицкий А.А. Физическая химия. М.: Металлургия, 2001г.

4. А.П. Родзевич. Физико-химические основы металлургических процессов/Учебное пособие. Юргинский технологический институт. – Томск: изд-во томского политехнического университета, 2010.

5. Петелин А.Л., Михалина Е.С. Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Москва: МИСИС, 2005.

## **3. «Инновационные технологии в металлургии»**

Преимущества и недостатки современных технологий производства металлов и сплавов; методы осуществления контроля качества в процессе производства; технологиях получения перспективных металлов и сплавов, нанотехнологии.

### **Литература:**

1 Трусков Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий в плазмохимических системах // 3-й Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. Сб. материалов. — Иваново, 2002.-Т.1.- С 217-220.

2 Белов Г.В., Трусков Б.Г. Термодинамическое моделирование химически реагирующих систем. - М.:МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2013.-96 с

3 Удалов Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ: уч. Пособие.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012.-147 с.

#### 4. «Технология металлургического производства»

Теоретические основы металлургических процессов. Физико-химические основы горения. Теоретические основы процессов восстановления. Теоретические основы окислительной плавки. Исходные материалы металлургического производства. Общая характеристика процессов доменной плавки. Образование чугуна и шлака. ГОСТы на чугун. Производство стали. Кислородно-конвертерный процесс. Современное состояние и перспективы подовых процессов производства стали. Производство стали в электрических печах. Выплавка сталей и сплавов в открытых и вакуумных индукционных печах. Производство ферросплавов. Классификация цветных металлов. Пиро-, гидро- и электрометаллургические способы получения цветных металлов. Металлургия меди. Металлургия алюминия. Производство тугоплавких металлов.

##### **Литература:**

1. Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н. и др. Металлургия чугуна. М.: Академкнига, 2014. 774 с.
2. Каблуковский А.Ф. Производство электростали и ферросплавов. М.: Академкнига, 2013. 511 с.
3. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: Академкнига, 2016. 786 с.
4. Торговец А.К., Шишкин Ю.И., Артыкбаев О.А. Теория, технология и оборудование внепечной обработки металлов. Алматы: Гылым, 2014. 273 с.
5. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. М.: Интернет Инжиниринг, 2014.
6. Худайбергенов Т.Е. Металлургия легких металлов. Алматы: Гылым, 2011.
7. Жукебаева Т.Ж. Металлургия. Караганда, КарГТУ, 2012.
8. Черная металлургия России и стран СНГ в XXI веке. М.: Металлургия, 2014, т.2.
9. Шишкин Ю.И., Торговец А.К., Григорова О.А. Теория и технология конвертерных процессов. Алматы: Гылым, 2016. 192 с.
10. Шишкин Ю.И. Лукин Г.П. Металлургические расчеты. Алматы: РИК по УиМЛ, 2012.
11. Дорохина Л.Н. Легкие цветные металлы и сплавы. М.: ЦНИИЭИ цветмет, 2019.
12. Тихонов Б.С. Тяжелые цветные металлы и сплавы. М.: ЦНИИЭИ цветмет, 2019.
13. Валиев Х.Х., Романтеев Ю.П. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов. Алматы: каЗНТУ, 2010. 441 с.

14. Торговец А.К., Артыкбаев О.А. Конструкции агрегатов и оборудование непрерывной разливки стали. Алматы: Гылым, 2012. 144 с.

## **5. «Планирование и обработка результатов эксперимента»**

Планирование эксперимента для решения экспериментальных задач. Постановка задачи, выбор параметра оптимизации и факторов. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Свойство полного и дробного факторного эксперимента. Проведение эксперимента. Проверка адекватности выбранной модели. Крутое восхождение по поверхности отклика. Расчет коэффициентов регрессии. Модели и проверка их статистической значимости. Крутое восхождение по поверхности отклика.

### **Литература:**

1. Закон Республики Казахстан от 16 июля 2011 года № 427 «Патентный закон Республики Казахстан».
2. Журнал «Интеллектуальная собственность Казахстана», 2018.
3. Положение о пошлинах за патентование изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, утвержденное постановлением правительства РФ №793 от 12 августа 2013 г. / ред. от 31 марта 2016 г.
4. ГОСТ 7.32-2001. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
5. ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документа. Общие требования правила оформления. – Взамен ГОСТ 7.-76: Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во Стандартов, 2014. – 72 с.
6. Шевелёва Г.И. Патентоведение и основы научных исследований. Учебное пособие. – Кемерово, 2013. - 80 с.
7. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов/ В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. – М.: Высш. шк., 2011. – 400 с.
8. Патентоведение: Учебник для вузов/ Е.И. Артемьев, М.М. Богуславский, Р.П. Вчерашний и др.; под ред. В.А. Рясенцева. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2011. – 352 с.
9. Прахов Б.Г., Зенкин Н.М. Изобретательство и патентоведение. – 2-е изд. перераб. и доп. – К.: Техника, 2011. – 356 с.
10. Юрченко, А. К. Патентоведение: учеб.-метод. пособие по спецкурсу для студентов заоч. отд-ния / А.К. Юрченко. - Л. : ЛГУ, 2012. - 69 с.
11. Яковлев Б.А. Интеллектуальная собственность (создание, правовая охрана и использование объектов промышленной собственности): Учеб. пособие. – Новосибирск, 2011.
12. Самгин, Ю.С. Патентные исследования и технический уровень научных разработок: научное издание / Ю. С. Самгин, Р. А. Турсунбаев, Г. М. Джилкибаева. - Алма-Ата: Наука, 2012. - 178 с.

13. Прахов, Б.Г. Изобретательство и патентование: справочное издание / Б. Г. Прахов, Н. М. Зенкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев : Техника, 2012. - 256 с.

### **Пример вопросов:**

#### **Первый блок**

1. Флюсы цветной и черной металлургии.
2. Металлургическое топливо и другие виды энергии металлургического предприятия.
3. Причины снижения извлечения металлов в концентраты.
4. Комплексная переработка железных руд.
5. Характеристика основных продуктов металлургической переработки.
6. Принципы повышения комплексности использования руд.
7. Переработка возгонов, пылей и газов.
8. Поведение редких, рассеянных и благородных металлов при плавках.
9. Автогенные процессы в металлургии.
10. Классификация металлургических шлаков.

#### **Второй блок**

1. Графически изобразите алгоритм создания модели при моделирование технологических процессов и объектов. Дайте краткую характеристику основных этапов построения модели.
2. Изобразите схему взаимодействия блоков программы АСТРА.4.
3. Выполните расшифровку марки сплава: Выполните расшифровку марки сплава ВСт 5; 40ХН2МА; Бр.КМц 3-1; Л 92; КЧ 35 – 5; Бр О5ЦНС5; 08Х18Г8Н2Т; У13.
4. Определите по эмпирической формуле скорость резания при подрезке торца с диаметра  $D=120\text{мм}$  до диаметра  $d=50\text{мм}$  у заготовки из стали 30Л с пределом прочности  $\sigma_b = 500\text{Мн/м}^2$ . Заготовка - отливка с коркой. Резец токарный подрезной торцевой, оснащенный пластинкой из твердого сплава Т5К10. Глубина резания  $t=3\text{мм}$ , подача  $s=0,47\text{мм/об}$ , период стойкости резца  $T=45\text{мин}$ . Геометрические параметры резца: форма передней поверхности — радиусная с фаской  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\varphi_1 = 20^\circ$ ,  $r = 1,5\text{мм}$ .
5. Вычертите диаграмму состояния Fe-Fe<sub>3</sub>C, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава определенной концентрации. Для этого же сплава определите по правилу отрезков при заданной температуре: процентное содержание углерода в фазах, количественное соотношение фаз.
6. Постройте двойную диаграмму состояния для компонентов, имеющих ограниченную растворимость и испытывающих эвтектическое превращение. Опишите все превращения и фазы на диаграмме. Для сплава в любой двухфазной области покажите действие правила фаз и правила отрезков.

7. На диаграмме Fe-Fe<sub>3</sub>C покажите сплав, соответствующий содержанию углерода в стали 110Г13. Опишите все фазовые и структурные изменения, происходящие в сплаве при нагреве до линии ликвидус. Постройте кривую нагревания с применением правила фаз.

8. В зависимости от характера изучаемых процессов в системе все виды моделирования могут быть сведены в схему. Изобразите ее.

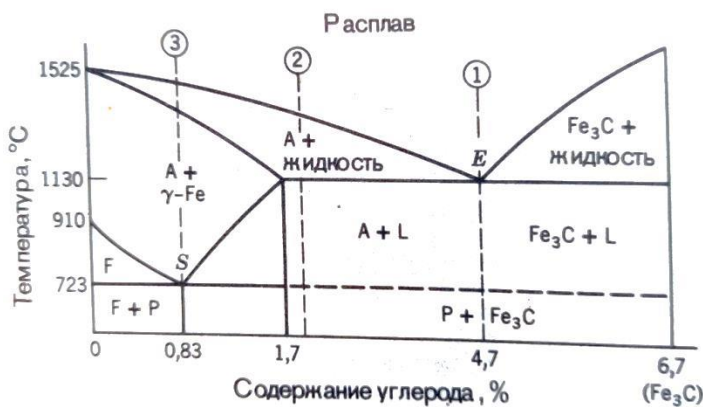
9. Масса образца горной породы в сухом состоянии на воздухе равна  $m_1 = 60$  г. После парафинирования его поверхности масса в воде составила  $m_2 = 37$  г. Расход парафина  $m_{\text{п}} = 0,6$  г, а его истинная плотность  $\rho_{\text{п}} = 0,9$  г/см<sup>3</sup>. Плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Вычислить среднюю плотность горной породы.

10. Опишите теплопроводность стенок различной конфигурации при г.у. I рода.

### Третий блок

1. Доменная печь и другие устройства для выплавки различных металлов должны быть выложены изнутри веществом, которое хорошо сопротивляется химическому воздействию содержимого печи. Почему для выплавки элементов из кислых руд, например богатых кремнеземом, нельзя применять футеровку, изготовленную из CaO или MgO? Какие вещества больше подходят для обработки кислых руд?

2. Обсудите влияние температуры на реакцию Fe<sub>3</sub>C-3Fe+C и сопоставьте ваши выводы с данными (рисунок).



3. Пользуясь фазовой диаграммой, изображенной на рисунке, объясните, почему сплав Fe-C, содержащий 1% углерода, может быть твердым и хрупким или гибким и ковким в зависимости от того, с какой скоростью его охлаждают от исходной температуры 1400 °C.





4. Графически изобразите алгоритм создания модели при моделирование технологического процесса выплавки стали.

5. Пусть есть некоторая последовательность экспериментальных значений 10, 20, 15, 14, 13, 10, 19. Вариационный ряд в этом случае будет иметь вид 10, 10, 13, 14, 15, 19, 20.

6. Для приведенного вариационного ряда рассчитать выборочное среднее и среднеквадратичное отклонение, предполагая:

1) полученные экспериментальные результаты подчиняются нормальному распределению;

2) экспериментальные результаты подчиняются «засоренному» распределению.

7. Проведено 100 измерений некоторой физической величины. Выборочное среднее  $x_{\text{ср}} = 20$ , средне-квадратичное отклонение  $S_x = 3$ , критерий Стьюдента  $t_{0,05; 99} = 1,96$ . Рассчитайте величину абсолютной ошибки и представьте интервал математического ожидания.

Распишите порядок выполнения отсеивания критических значений при первичной обработке результатов эксперимента

8. Изобразите процесс оптимизации ПФЭ методом крутого восхождения.

9. Определить минимальный расход восстановителя CO (n, моль), необходимый для полного восстановления 1 моля оксидов MnO при температуре 1000 К.

10. Определить минимальный расход восстановителя CO (n, моль), необходимый для полного восстановления 1 моля оксидов Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при температуре 1000 К.